

новых остановках, переходов из одного режима в другой.

На запланированных остановках удаление кокса производится паровоздушным сжиганием с интервалами каждые 1 000 часов, что также сопровождается повышением температуры стенки трубы до 1 100 °С.

В аварийной ситуации внезапное охлаждение неравномерно нагретой трубы приводит к остаточным тепловым напряжениям, которые могут сопровождаться пластическими деформациями трубы. Кроме того, быстрое охлаждение закоксованной трубы может привести к осыпанию кокса или полному разрушению трубы.

Образование кокса оказывает негативное влияние на весь процесс пиролиза из-за его осаждения на стенках труб и аппаратов. Осаждение кокса усложняет теплопередачу через стенку реактора, способствует науглероживанию ме-

таллической трубы и оборудования, коррозии и износу труб и уменьшает площадь поперечного сечения трубчатого реактора.

В литературе отсутствуют достоверные количественные данные о влиянии технологических параметров на скорость осаждения кокса в промышленных печах. Увеличение времени пребывания реакционной массы в высокотемпературной зоне, увеличение шероховатости внутренней поверхности элементов змеевика, увеличение скорости осаждения пиролитического углерода способствует повышению температуры и увеличению парциального давления сырья, вес сырья увеличивает пропорцию изопарафина и ароматических соединений и все это сказывается на скорости осаждения пиролитического углерода. Это является выводом из накопленного практического материала.

### Список литературы

1. *Бабаш С.Е., Мухина Т.Н. // Химическая промышленность, 1998.– №11.– С.665–668.*
2. *Масальский К.Е. Пиролизные установки (проектирование и эксплуатация).– М.: Химия, 1968.– 142 с.*

## АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИЙ БИОДИЗЕЛЬ – НЕФТЯНОЙ ДИЗЕЛЬ – КЕРОСИН

Д.В. Соснина, Н.Е. Белозерцева

Научный руководитель – аспирант Н.Е. Белозерцева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [dariasosna@mail.ru](mailto:dariasosna@mail.ru)*

Поиск альтернативных источников энергии и топлива, которые являлись бы возобновляемыми и экологически безопасными, в настоящее время становится наиболее актуальной задачей развития топливно-энергетической промышленности.

Биодизельное топливо (БиоДТ) или биодизель представляет собой новое экологически чистое и наиболее перспективное из существующих альтернативных топлив [1]. Главное преимущество БиоДТ – возможность использования его не только в чистом виде, но и в качестве смеси компонента нефтяных дизельных топлив (ДТ) [2]. Вместе с тем, существенным недостатком БиоДТ являются неудовлетворительные низкотемпературные свойства, улучшить которые можно смешением с депрессорными присадками, либо компонентами, имеющими

хорошие низкотемпературные свойства (легкие фракции, керосин и т.д.).

Цель работы – исследование целесообразности использования керосина в качестве низкотемпературной добавки для смесей ДТ/БиоДТ с содержанием БиоДТ в смеси от 5 до 20 % об.

Для достижения поставленной цели, сравним свойства смесей ДТ/БиоДТ/Керосин со свойствами смесей ДТ/БиоДТ.

Для приготовленных смесей были определены плотность ( $\rho$ ) при 15 °С, динамическая ( $\mu$ ) и кинематическая ( $\nu$ ) вязкость при 20 и 40 °С, полученные результаты представлены в Таблицах 1, 2.

Из результатов, представленных в Таблице 1, можно видеть, что с увеличением содержания БиоДТ плотность смеси увеличивается, минимальная вязкость наблюдается для смеси с содержанием БиоДТ 15 % об.

**Таблица 1.** Физико-химические свойства смесей ДТ/БиоДТ

Смесь ДТ/БиоДТ	$\rho$ при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость при 20 °С		Вязкость при 40 °С	
		$\mu$ , мПа·с	$\nu$ , мм <sup>2</sup> /с	$\mu$ , мПа·с	$\nu$ , мм <sup>2</sup> /с
95/5	838,90	4,37	5,23	2,79	3,39
90/10	840,30	4,39	5,23	2,68	3,24
85/15	845,50	3,86	4,57	3,36	4,04
80/20	863,20	4,49	5,23	3,27	3,85

**Таблица 2.** Физико-химические свойства смесей ДТ/БиоДТ/Керосин

Смесь ДТ/БиоДТ/Керосин	$\rho$ при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость при 20 °С		Вязкость при 40 °С	
		$\mu$ , мПа·с	$\nu$ , мм <sup>2</sup> /с	$\mu$ , мПа·с	$\nu$ , мм <sup>2</sup> /с
90/5/5	836,90	4,30	5,15	2,71	3,29
85/10/5	840,00	4,90	5,86	2,99	3,63
80/15/5	848,20	3,71	4,38	2,46	2,95
75/20/5	847,40	4,19	4,95	2,64	3,17

**Таблица 3.** Низкотемпературные свойства смесей ДТ/БиоДТ и смесей ДТ/БиоДТ/Керосин

Смесь ДТ/БиоДТ	$T_{\text{пом}}$	$T_{\text{заст}}$	Смесь ДТ/БиоДТ/Керосин	$T_{\text{пом}}$	$T_{\text{заст}}$
	°С			°С	
95/5	-4	-26	90/5/5	-5	-20
90/10	-3	-27	85/10/5	-5	-17
85/15	-3	-13	80/15/5	-5	-14
80/20	-3	-19	75/20/5	-4	-13

Исходя из результатов, представленных в Таблице 2 можно сделать вывод о том, что добавление керосина к смесям ДТ/БиоДТ в среднем приводит к снижению плотности и вязкости смесей, что связано с более низкими значениями данных параметров для керосиновой фракции.

В Таблице 3 представлены результаты определения температуры помутнения ( $T_{\text{пом}}$ ) и температуры застывания ( $T_{\text{заст}}$ ) смесей ДТ/БиоДТ, а также смесей ДТ/БиоДТ/Керосин.

Можно видеть, что увеличение содержания БиоДТ приводит к ухудшению низкотемпературных свойств смесей. Кроме того, результа-

ты, представленные в Таблице 3, показывают, что добавление керосина к смесям ДТ/БиоДТ приводит к незначительному снижению  $T_{\text{пом}}$  смесей, но негативно сказывается на  $T_{\text{заст}}$ . Данный эффект объясняется содержанием в БиоДТ кислородсодержащих соединений, которые взаимодействуя с керосином, образуют вещества с неудовлетворительными низкотемпературными свойствами.

Таким образом, добавление керосина к смесям ДТ/БиоДТ не является эффективным и рациональным способом улучшения низкотемпературных свойств.

### Список литературы

1. Тамбулова О.В., Васкань П.Я., Слизкая А.В., Хашикян В.Л., Кустов А.В., Сапунов В.Н. // *Успехи в химии и химической технологии*, 2009. – Т. XXII. – №6. – С. 7–10.
2. Белозерцева Н.Е., Богданов И.А., Алтынов А.А., Бальжанова А.Т., Белинская Н.С., Киргина М.В. // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 2020. – Т. 10. – №1. – С. 114–123.